

LEMBAR PENGESAHAN
PRA RENCANA PABRIK

PABRIK NORMAL BUTANOL DARI PROPYLENE DAN GAS
SINTESA DENGAN PROSES OXO

OLEH :

NINA YULIA ROSITA
NPM. 0731010055

Telah diterima dengan baik dan siap untuk diujikan.

Surabaya, April 2011

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Ir. Kindriari MT.
NIP. 19600228 198303 1 001

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
INTISARI	iv
I. PENDAHULUAN	I – 1
II. SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
III. NERACA MASSA	III – 1
IV. NERACA PANAS	IV – 1
V. SPESIFIKASI ALAT	V - 1
VI. PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI – 1
VII. INSTUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII - 1
VIII. UTILITAS	VIII – 1
IX. LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX – 1
X. ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
XI. ANALISA EKONOMI	XI – 1
XII. DISKUSI DAN KESIMPULAN	XII - 1
DAFTAR PUSTAKA	

INTISARI

Normal Butanol merupakan senyawa organik dengan rumus molekul C_4H_9OH . Di dalam industri kimia, normal butanol banyak digunakan dalam industri bahan baku pemucat cat, kosmetik, tinta printer, pestisida, insektisida, ester, eter, dll.

Proses pembuatan normal butanol dengan bahan baku propylene dan gas sintesa dengan menggunakan proses oxo. Reaksi yang terjadi adalah reaksi ekstoterm dengan konversi 93% pada reaktor multitube. Dibantu dengan menggunakan katalis untuk mempercepat reaksi didalam reaktor yaitu katalis $Hco(CO)_4$. Setelah keluar dari reaktor dilakukan pemisahan hasil reaksi, dan yang terakhir dilakukan tahap pemurnian produk dengan menggunakan kolom distilasi.

Pra rencana normal butanol beroperasi secara batch dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Kapasitas Produksi : 20.000 ton / tahun
2. Waktu Operasi : 330 hari/tahun ; 24 jam/hari
3. Massa Konstruksi : 2 tahun
4. Lokasi Pabrik : Driyorejo, Gresik, Jawa Timur
5. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas
6. Sistem Organisasi : Garis dan Staff
7. Analisa Ekonomi :
 1. Fixed Capital Investment (FCI) : Rp 119.137.919.277
 2. Working Capital Investment (WCI) : Rp. 44.074.254.083

3. Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 163.212.173.360
4. Biaya Produksi Total	: Rp. 209.393.762.082
5. Internal Rate of Return	: 23,38 %
6. Rate of Investment	: 26,29 %
7. Pay Out Period	: 2,08 tahun
8. Break Even Point (BEP)	: 34,81 %



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang berkembang akan melaksanakan pembangunan dan pengembangan di berbagai sector, salah satunya adalah sector industry. Dalam pembangunan, sector industry makin berperan strategis karena merupakan motor penggerak dalam pembangunan suatu Negara. Sector ini diharapkan disamping sebagai penyerap tenaga kerja terbesar, penghasil devisa, juga sebagai pemacu pertumbuhan ekonomi yang tinggi.

Industri yang tengah dikembangkan di Indonesia yaitu industri kimia karena industri kimia merupakan industri yang cukup besar kontribusinya dalam menghasilkan devisa negara dan juga selama ini Indonesia banyak mengimport bahan kimia dari luar negeri. Selain itu Indonesia kaya akan sumber daya alam yang merupakan bahan dasar atau bahan baku dari industri kimia.

Salah satu bahan kimia yang masih di import adalah n-butanol (C_4H_9OH). N-butanol digunakan sebagai bahan baku pemucat cat, kosmetik, tinta printer, pestisida, insektisida, ester, eter, dll.

Ketergantungan bahan kimia seperti n-butanol dari negara lain tidak menguntungkan Indonesia, karena jika timbul kenaikan harga di negara lain atau jika nilai tukar dollar USA terhadap rupiah naik, maka barang-barang industri tersebut yang menggunakan n-butanol akan ikut berubah juga.

I.2 Perkembangan Industri Kimia di Indonesia

Produksi normal butanol dikomersilkan pada tahun 1950 dengan katalis kobalt oleh Ruhchemie yang dioperasikan setelah perang dunia II teknologi pembuatan n-butanol dikembangkan oleh Badische Anilin dan Soda Fabric A.G.(BASF). Sekitar 7% pembuatan n-butanol oleh perusahaan di USA menggunakan teknologi oxo (Kirk&Othmer 1978).

Di Indonesia produksi n-butanol juga dikembangkan salah satu perusahaan yang memproduksi n-butanol adalah P.T petro Oxo Nusantara. Menurut data yang kami peroleh dari Badan Statistik tentang produksi industri kimia khususnya n-butanol di Indonesia mengalami peningkatan, jumlah ekspor juga meningkat namun belum bisa memenuhi kebutuhan n-butanol yang ada di Indonesia. Hal ini bisa dilihat dari kebutuhan impor yang tiap tahunnya juga mengalami peningkatan, dan selisihnya cukup besar antara jumlah impor dengan produksi Indonesia.

I.3 Manfaat Didirikannya Pabrik Normal Butanol

Manfaat lebih lanjut didirikan pabrik ini diharapkan dapat mendukung dan mendorong pertumbuhan industri-industri kimia, menciptakan lapangan kerja, mengurangi pengangguran dan memperkuat perekonomian di Indonesia.

Dengan memperlihatkan tabel I.1 dapat diketahui bahwa pemenuhan kebutuhan normal butanol dalam negeri sangat kecil, dan adanya ketergantungan untuk mengimpor lebih besar. Untuk itu penting adanya perencanaan pendirian pabrik normal butanol di Indonesia.

Dalam pendirian pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produksi yang dihasilkan dapat sesuai permintaan dan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Tabel 1.1 Data import n-butanol di Indonesia

Tahun	Jumlah (kg/tahun)
2008	4140713
2007	2929587
2006	2141554
2005	1407107
2004	1151925



I.4 Sifat dan Kegunaan

I.4.1 Sifat Bahan Baku dan Produk

1. Propylene (Matheson, gas data book, 1961 ; Kirk Othmer, vol.3, 1964)

- Sifat Fisika

- | | |
|--|--|
| a. Rumus molekul | : C_3H_6 |
| b. Kenampakkan pada suhu kamar ($32^{\circ}C$) | : gas tidak berwarna |
| c. Berat molekul (BM) | : 42,81 g/gmol |
| d. Boiling point (Tbp) | : $-47,7^{\circ}C$ |
| e. Critical temperature (Tc) | : $-91,8^{\circ}C$ ($-197,2^{\circ}F$) |
| f. Critical Pressure (Pc) | : 45,6 atm (670,32 psi) |
| g. Specific gravity, gas | : 1,49 |
| h. Viscositas, cP ($-185^{\circ}C$) | : 15 |
| i. Panas penguapan ($-47,7^{\circ}C$), cal/gr | : 104,62 |
| j. Panas pembentukkan ($25^{\circ}C$), cal/gr | : 4,879 |
| k. Panas pembakaran ($25^{\circ}C$), cal/gr | : 460,428 |

- Sifat Kimia

- larut dalam alkohol dan eter, tetapi sedikit larut dalam air
- bila terbakar berwarna kuning

2. Hidrogen (H_2)

- Sifat Fisika

- | | |
|--|--|
| a. Rumus molekul | : H_2 |
| b. Kenampakkan pada suhu kamar ($32^{\circ}C$) | : gas tidak berwarna |
| c. Berat molekul (BM) | : 2,016 g/gmol |
| d. Boiling point (Tbp) | : $-257,78^{\circ}C$ ($-430,2^{\circ}F$) |
| e. Critical temperature (Tc) | : $-239,9^{\circ}C$ ($-399,8^{\circ}F$) |
| f. Critical Pressure (Pc) | : 12,8 atm (188,2 psia) |
| g. Specific gravity | : 0,06952 |
| h. Viscositas gas, cP ($68^{\circ}F$, 1 atm) | : 0,0093 |
| i. Panas penguapan cal/gr | : 216 |
| j. Panas pembakaran BTU/cuft | : 325 |

- Sifat Kimia

- a. Merupakan gas diatomic dan unsur terbanyak di alam
- b. Sangat sedikit larut dalam air, alkohol, dan eter
- c. Tidak korosif
- d. Mudah terbakar

3. Carbon Monoksida (CO)

- Sifat Fisika

- a. Rumus molekul : CO
- b. Kenampakan pada suhu kamar (32°C) : gas tidak berwarna
- c. Berat molekul (BM) : 28,01 g/gmol
- d. Boiling point (Tbp) : -191,5°C (312 °F)
- e. Critical temperature (Tc) : -140°C (-220°F)
- f. Critical Pressure (Pc) : 34,5atm (507,5 psia)
- g. Critical density (Dc), gr/cc : 0,301
- h. Spesific gravity, gas : 0,9678
- i. Viscositas, cP (0°C) cP : 0,0166
- j. Panas penguapan (-47,7 °C), cal/gr : 1444
- k. Panas pembakaran (25°C), BTU/Cuft : 4343,6

- Sifat Kimia

- a. Merupakan gas yang sangat beracun untuk pernafasan, daya ikat terhadap hemoglobin 200 kali lebih besar daripada oksigen.
- b. Mudah terbakar, dan berwarna ungu
- c. Kelarutan dalam air (3,5/100 ml), dan sedikit larut dalam alkohol dan benzene.

Katalis :

4. Cobalt Hidrocarbonyl , $\text{HCo}(\text{CO})_4$

Sinonim nama dari Cobalt Hidrocarbonyl adalah :

- a. Hydrocobalt tetracarbonyl
- b. Tetracarbonyl Hydridocobalt
- c. Tetracarbonyl Hydrocobalt

- Sifat Fisika (Enviromental Chemistry Com).htm

- | | |
|--|---|
| a. Rumus molekul | : $\text{Hco}(\text{CO})_4$ |
| b. Berat molekul (BM) | : 140 g/gmol |
| c. Boiling point (Tbp) | : 2870°C (3143°K) |
| d. Density (300°K) | : 8,9 |
| e. Spesific Panas, J/gr $^\circ\text{K}$ | : 0,42 |
| f. Panas penguapan, KJ/ Kmol | : 376,5 |
| g. Vapor pressure, Pa (1445°C) | : 175 |

Produk Utama

5. Normal Butanol

- Sifat Fisika

- | | |
|---|-------------------------------------|
| a. Rumus molekul | : $\text{n-C}_4\text{H}_9\text{OH}$ |
| b. Kenampakkan pada suhu kamar (32°C) | : cair, tidak berwarna |
| c. Berat molekul (BM) | : 74,123 g/gmol |
| d. Boiling point (Tbp) | : 128°C |
| e. Melting temperature | : -125°C |
| f. Density, gr/ml | : 0,81337 |
| g. Critical temperature (T_c) | : 287°C |
| h. Critical Presure (P_c) | : 48,4 atm |
| i. Viscositas, cP (15°C) | : 0,03379 |
| j. Panas penguapan cal/gr | : 141,31 |
| k. Panas pembakaran kg cal/mol | : 639 |

- Sifat Kimia

- a. Kelarutan dalam air pada 30°C adalah 7,08 % berat alkhohol dan ester 20,62% berat.

6. Iso Butanol

- Sifat Fisika

- | | |
|---|-------------------------------------|
| a. Rumus molekul | : $\text{i-C}_4\text{H}_9\text{OH}$ |
| b. Kenampakkan pada suhu kamar (32°C) | : cair, tidak berwarna |
| c. Berat molekul (BM) | : 74,123 g/gmol |

- d. Boiling point (Tbp) : 117-120°C
- e. Density, gr/ml : 0,80576
- f. Critical temperature (Tc) : 265°C
- g. Critical Pressure (Pc) : 48 atm
- h. Specific gravity : 0,06952
- i. Viscositas gas, cP (15°C) : 0,04703
- j. Panas penguapan cal/gr : 138,25
- k. Panas pembakaran kg cal/mol : 638,2

- Sifat Kimia

- a. Kelarutan dalam air pada 30 °C adalah 7,5 % berat pada alkohol dan ester 17,3% berat.

I.4.2 Tata Nama Dan Struktur Normal Butanol Dan Iso Butanol

- a. Normal Butyl Alkohol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)
mempunyai 4 isomer yaitu : n-Butyl Alkohol, Butyl alkohol, n-Butanol, 1-Butanol)
- b. Isobutyl alkohol ($\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-OH}$)
(Isobutanol, isopropyl kabinol, 2 metil propanol)
- c. Sekunder butyl alkohol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$)
(Sekunder butyl alkohol, sekunder butanol, 2 butanol)
- d. Tersier butyl alkohol ($\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})\text{CH}_3$)
(tersier butanol, trimetil karbinol, 2 metil 2 propanol)

Secara umum tahapan proses pembuatan butyl alkohol sebagai berikut :

1. Normal butyl alkohol (n-butanol)

Tahapan proses dengan kondensasi acetaldehyde dan hidroformilasi (oxo) terhadap propylene, karena persaingan pasar hidroformilasi lebih banyak digunakan.

2. Isobutyl alkohol

Tahapan proses menggunakan proses hidroformilasi (oxo)



3. Sekunder butyl alkcohol

Menggunakan 2 tahapan yaitu sukfasi dilanjutkan hidrolisis dari butane dan hidrasi langsung butane linier, yaitu penyerapan hidrolisis asam sulfat oleh isobutilen dan dengan proses oxirane pada propyleneoxide.

I.4.3 Manfaat Dari Normal Butanol Dalam Negeri

- a. Bahan baku pembuatan cat
- b. Bahan baku pembuat kosmetik
- c. Bahan baku pembuat tinta printer
- d. Bahan baku pembuat pestisida, insektisida, ester, eter.
- e. Bahan pelarut (solvent)

BAB II

URAIAN DAN PROSES

II.1 Macam Proses

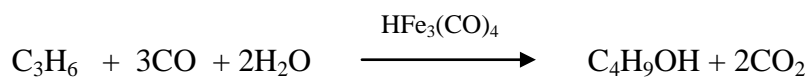
Proses pembuatan normal dan iso butanol dibagi menjadi dua macam yaitu :

1. Proses Reppe
2. Proses Oxo (Hidroformilasi)

II.1.1 Proses Reppe

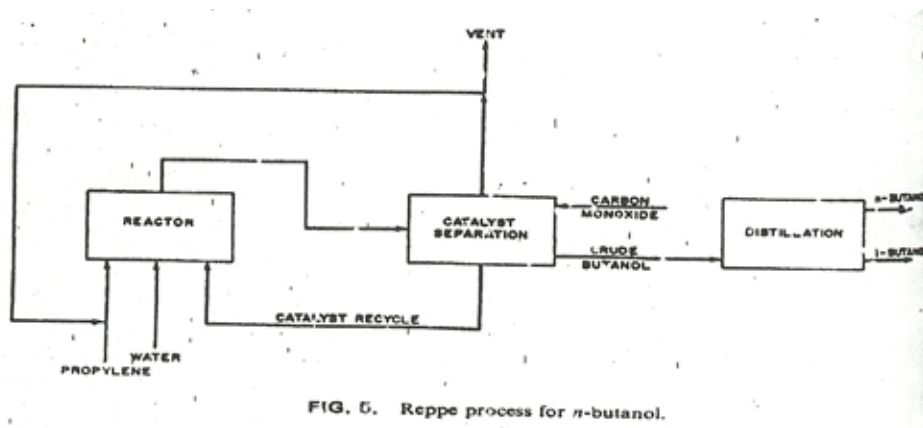
Proses Reppe adalah sintesa alkohol dari olefin, karbon monoksida dan air. Teknologi pembuatan n-butanol dengan metode ini dikembangkan oleh Badische Anilin dan Soda Fabrik A.G.(BASF). Metode ini dikomersialkan di Jepang pada tahun 1965, oleh Japan Butanol menggunakan teknologi BASF.

Proses Reppe menggunakan proses konvensional dibandingkan proses oxo. Reaksi dilakukan pada suhu 100°C dan tekanan 15 atm dengan katalis iron hydrocarbonyl $\text{HFe}_3(\text{CO})_4$, reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



(Mc. Ketta, 1975 and Mc. Ketta ed.5 hal 380)

Berikut blok diagram alir dari proses Reppe (Mc. Ketta ed, hal 385)



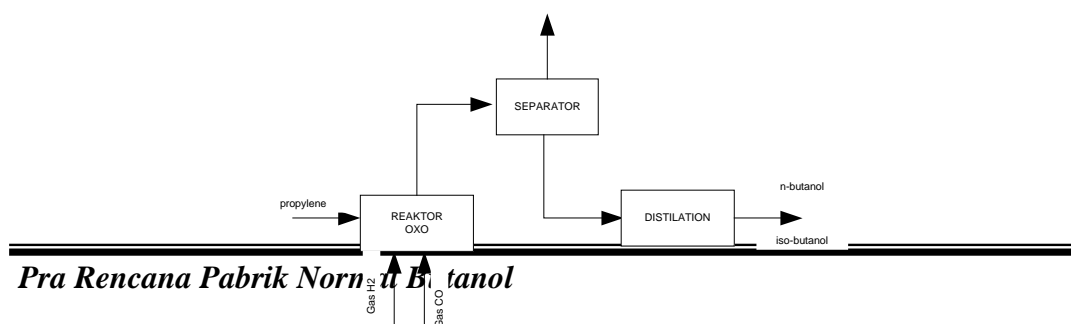
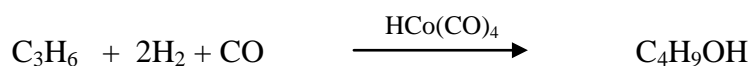
Gb.II.1 Blok Diagram Proses Reppe

II.1.2 Proses Oxo

Proses hidroformilasi/oxo ditemukan oleh Otto Roelan pada tahun 1938 ketika mempelajari efek eyilen dengan reaksi Fischer Tropsch pada hidrogenasi memerlukan 1-10% air yang harus ditambahkan ke dalam umpan reaktor untuk menekan reaksi samping pembentukan ester proses hidrogenasi ini lebih dikenal sebagai proses hidroformilasi/oxo sering dengan perkembangan kemajuan teknologi.

Produksi normal butanol dikomersialkan pada tahun 1950 dengan katalis kobalt oleh Ruhrchemic yang dioperasikan setelah perang dunia II, teknologi pembuatan normal butanol dikembangkan oleh Badische Anilin dan Soda Fabrik A.G (BASF) sekitar 70% pembuatan butanol oleh perusahaan di USA menggunakan teknologi oxo. (Kirk & Othmer 1978)

Pada pembuatan normal butanol dengan proses oxo ini propylene direaksikan dengan dengan gas sintesa (H_2 dan CO), ratio perbandingan H_2 dan CO adalah 2:1. Proses oxo bereaksi pada suhu $160^\circ C$ dan 30 atm dengan katalis cobalt hidrocarbonyl $HCo(CO)_4$, dan persamaan reaksinya, sbb :



Gb.II.2 Diagram Blok Proses Oxo

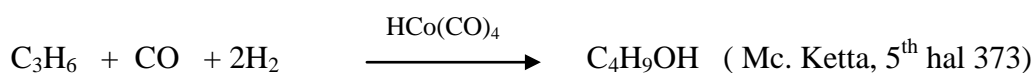
II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian proses di atas maka kami memilih pembuatan normal butanol dengan proses Oxo (hidroformilasi) karena paling banyak digunakan di dalam industri saat ini. Biaya yang dikeluarkan pada proses Oxo (hidroformilasi) relatif lebih murah dibandingkan proses Reppe, karena katalis yang digunakan yaitu cobalt hydrocarbonyl $\text{HCo}(\text{CO})_4$ bersifat sensitive terhadap air dan CO_2 .

II.3 Uraian Proses

Dari pemilihan proses disebutkan bahwa proses yang digunakan adalah proses Oxo, pembuatan butanol menggunakan bahan baku propilen dan gas sintesa. Proses Oxo dapat diuraikan sebagai berikut.

Propilen dari tangki penampung dialirkan ke dalam heater dan dikompresikan sampai suhu 150°C dan tekanan 30 atm, bersama-sama dengan gas sintesa dialirkan ke heater dan dikompresikan sampai suhu 150°C dan tekanan 30 atm menuju reaktor. Di dalam reaktor terjadi reaksi antara propilen dan gas sintesa dibantu katalis cobalt hidrocarbonyl pada suhu 160°C dan tekanan 30 atm, reaksi sebagai berikut :



Dari reaktor gas dialirkan oleh expansion valve kemudian dialirkan ke cooler hingga tekanan menjadi 1 atm menuju separator. Di separator pada suhu $303,15^\circ\text{K}$ terjadi pemisahan antara gas dan liquid. Gas dibuang, sedangkan liquid dipanaskan oleh heater destilasi sampai suhu 117°C . Dari heater destilasi liquid dimurnikan lagi ke destilasi. Komponen yang mempunyai titik didih rendah akan menguap terlebih



dahulu dan menuju ke atas, sedangkan komponen yang mempunyai titik didih mempunyai titik didih tinggi akan dipanaskan di reboiler dan dialirkan masuk ke destilasi. Di dalam destilasi akan terjadi kontak antara liquid dan uap. Produk atas akan didinginkan oleh cooler 1 sampai suhu 30 °C menuju tangki penampung iso butanol. Produk bawah akan didinginkan oleh cooler 2 sampai suhu 30 °C menuju tangki penampung normal butanol.